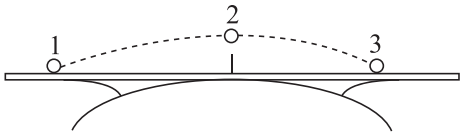
2026 年海南

1. 在 2026 年世界乒乓球团体锦标赛中，我国乒乓球队男队、女队双双卫冕成功。比赛中，乒乓球从水平球台位置 1 经最高点位置 2 落到球台位置 3，运动轨迹如图所示，则 (C)



A. 从位置 1 到位置 2 乒乓球的重力做正功

B. 从位置 2 到位置 3 乒乓球的重力做负功

C. 从位置 1 到位置 2 乒乓球的重力势能增大

D. 从位置 1 到位置 3 乒乓球的重力势能减小

> A、C. 从位置 1 到位置 2 乒乓球的高度增加，则重力做负功，乒乓球的重力势能增大，A 错误，C 正确；
>
> B. 从位置 2 到位置 3 乒乓球的高度降低，则重力做正功，B 错误；
>
> D. 从位置 1 到位置 3 乒乓球的高度先增加后减小，则重力势能先增加后减小，D 错误。
>
> 故选 C。

2. 放射性同位素碘 131 常作为放射性示踪剂，用于甲状腺病的诊断。碘 131 发生 β 衰变的方程为 ${}^{131}_{53}\mathrm{I} \longrightarrow {}^{m}_{n}\mathrm{X} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$，则 (A)

A. $m = 131$，$n = 54$　　B. $m = 130$，$n = 53$

C. $m = 131$，$n = 52$　　D. $m = 132$，$n = 53$

> 由质量数守恒得 $131 = m + 0$，解得 $m = 131$；
>
> 由电荷数守恒得 $53 = n + (-1)$，解得 $n = 54$。
>
> 故选 A。

3. 现有 a、b 两束单色光，a 光的频率小于 b 光的频率。用 a 光照某金属表面能发生光电效应。下列说法正确的是 (A)

A. 若用 b 光照射该金属，则能发生光电效应

B. 若用 b 光照射该金属，则该金属的逸出功减小

C. 若增大 a 光强度，则该金属的逸出功增大

D. 若减弱 a 光强度，则不能发生光电效应

A．已知 $\nu_a < \nu_b$，且 a 光能发生光电效应，说明 $\nu_a > \nu_0$，因此 $\nu_b > \nu_a > \nu_0$，b 光频率也大于金属极限频率，能发生光电效应，故 A 正确；

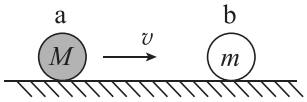
B．逸出功是金属的固有属性，与入射光频率无关，用 b 光照射不会改变金属逸出功，故 B 错误；

C．逸出功与入射光强度无关，增大 a 光强度不会改变金属逸出功，故 C 错误；

D．光电效应的发生仅由入射光频率决定，与光强无关，只要 a 光频率大于极限频率，即使减弱光强，依然能发生光电效应，故 D 错误。

故选 A。

4. 如图，在光滑水平面上，a 球以初速度 v 水平向右运动，与前方静止的 b 球发生弹性正碰。若 a 球的质量 M 远大于 b 球的质量 m，则碰撞后 (B)



A．a 球的速度为 0　　B．a 球的速度略小于 v

C．两球以相同的速度向右运动　　D．两球的总动量比碰撞前的小

设向右为正，因两球发生弹性正碰，则碰后两球的总动量等于碰前的总动量，由动量守恒和能量守恒关系可知 $Mv = Mv_1 + mv_2$，$\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$，

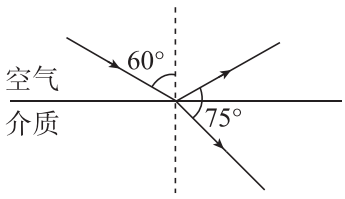
解得 $v_1 = \frac{M-m}{M+m}v$，$v_2 = \frac{2M}{M+m}v$，

因 $M \gg m$ 可知 $v \approx v_1 > 0$，$v_2 > v_1$，

即 a 球的速度略小于 v，b 球的速度大于 a 球的速度。

故选 B。

5. 如图，一束单色光由空气射向某一透明介质，入射角为 60°，反射光线与折射光线的夹角为 75°，则该介质的折射率为 (B)



A．$\sqrt{2}$　　B．$\frac{\sqrt{6}}{2}$　　C．$\sqrt{3}$　　D．$\frac{4}{3}$

已知入射角为 60°，因此反射角也为 60°，即反射光线与法线的夹角为 60°；

由几何关系可知：反射光线与界面的夹角为 $90° - 60° = 30°$；

> 因此折射光线与界面的夹角为 $75^\circ - 30^\circ = 45^\circ$；
>
> 由此可得折射角（折射光线与法线的夹角）$r = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$；
>
> 根据光的折射定律 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\sqrt{6}}{2}$。
>
> 故选 B。

6. 2025 年 12 月，海南自贸港重大项目——海南 500 千伏主网架工程全面投产。海南电网主网架首次实现电压等级从 220 kV 到 500 kV 的历史性跨越。若保持输送电功率和输电线电阻都不变，采用 500 kV 输电与采用 220 kV 输电在输电线上损失的电功率之比为 (D)

A. 25:11　　B. 11:25　　C. 625:121　　D. 121:625

> 输电过程中，输送功率 P、输电电压 U、输电电流 I 满足 $P = UI$，因此输电电流 $I = \frac{P}{U}$；
>
> 输电线上损失的功率为电流的热功率，即 $\Delta P = I^2 R$，联立得 $\Delta P = \frac{P^2 R}{U^2}$；
>
> 两种输电方式损失功率之比为 $\frac{\Delta P_{500}}{\Delta P_{220}} = \frac{U_{220}^2}{U_{500}^2} = \frac{220^2}{500^2} = \frac{121}{625}$。
>
> 故选 D。

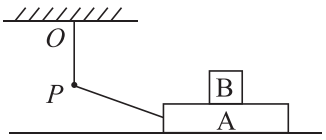
7. 2026 年 4 月，长征八号运载火箭在海南文昌成功发射，以“一箭十八星”方式将卫星送入预定轨道。若某卫星绕地球做圆周运动的轨道半径为 r，地球半径为 R，地球表面重力加速度为 g，忽略地球自转影响，则该卫星的 (B)

A. 线速度大小为 $\sqrt{gR}$　　B. 加速度大小为 $\frac{gR^2}{r^2}$

C. 周期为 $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{gr^2}}$　　D. 角速度大小为 $\sqrt{\frac{g}{R}}$

> A. 根据题意，对于地球表面的物体，由万有引力等于重力有 $\frac{GMm}{R^2} = mg$，可得 $GM = gR^2$；
>
> 由万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$，联立解得 $v = \sqrt{\frac{gR^2}{r}}$，故 A 错误；
>
> B. 由万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = ma$，解得 $a = \frac{GM}{r^2}$，代入 $GM = gR^2$，可得 $a = \frac{gR^2}{r^2}$，故 B 正确；
>
> C. 由万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，解得 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$，代入 $GM = gR^2$，可得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{gR^2}}$，故 C 错误；
>
> D. 由万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$，解得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，代入 $GM = gR^2$，可得 $\omega = \sqrt{\frac{gR^2}{r^3}}$，故 D 错误。
>
> 故选 B。

8. 如图，两个木块 A 和 B 叠放在水平地面上，一根轻质弹性绳上端固定于天花板上的 O 点，下端跨过一个固定在 P 点的光滑钉子斜拉着木块 A，P 点在 O 点的正下方。已知弹性绳原长小于线段 OP 的长度，A 和 B 均处于静止状态，弹性绳的弹力大小与伸长量的关系满足胡克定律，A 和 B 均可视为质点，下列说法正确的是 (D)



A. 地面对 A 的摩擦力方向水平向左

B. 若 B 的质量增大，则 A 与地面之间的摩擦力变大

C. 若将 A 和 B 整体向右平移一小段距离后重新平衡，则 A 对地面的压力变小

D. 若将 A 和 B 整体向右平移一小段距离后重新平衡，则 A 对地面的压力变大

A．绳对 A 的拉力方向是斜向左上方，拉力的水平分量向左，A 有向左运动的趋势，因此地面对 A 的静摩擦力方向水平向右，故 A 错误；

B．对 A、B 整体受力分析，水平方向静摩擦力大小等于弹性绳拉力的水平分量，和 B 的质量没有关系，因此 B 质量增大时，A 与地面的摩擦力不变，故 B 错误；

C、D．设 PA 段绳长为 L、竖直高度为 h，弹性绳劲度系数为 k，对 A、B 整体竖直方向受力平衡，设绳拉力为 F，拉力与水平方向夹角为 θ，则 $\sin\theta=\frac{h}{L}$；

总伸长量对应的弹力 $F=k(OP+L-l_0)$；

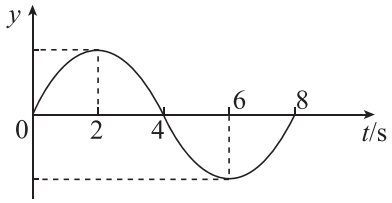
竖直方向 $N+F\sin\theta=(m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}})g$；

整理得 $N=(m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}})g-k(OP+L-l_0)\cdot\frac{h}{L}=(m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}})g-kh\cdot\frac{OP-l_0}{L}-kh$；

当整体向右平移小段距离，L 增大，N 变大，即地面对 A 的支持力变大，根据牛顿第三定律，A 对地面的压力变大，故 D 正确，C 错误。

故选 D。

9. 某质点做简谐运动的振动图像如图所示，则 (AC)



A. 质点的振动周期为 8 s

B. $t=2\,\mathrm{s}$ 时质点所受的回复力为 0

C. $t=3\,\mathrm{s}$ 时质点向平衡位置运动

D. $t=4\,\mathrm{s}$ 时质点速度为 0

A．根据题图可知质点的振动周期为 8 s，故 A 正确；

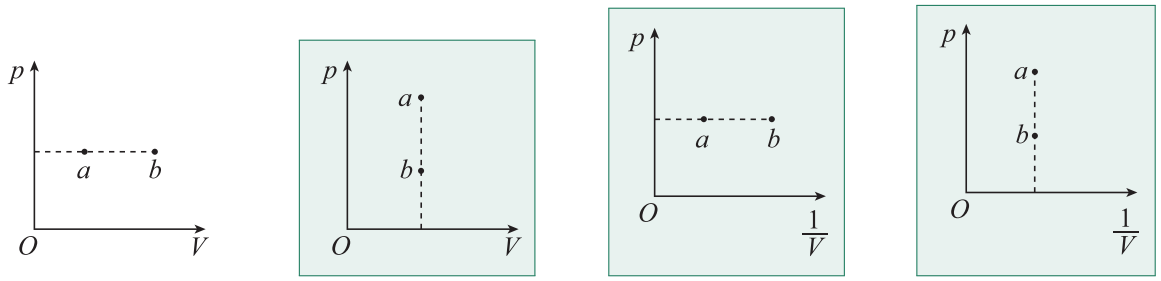
B．根据题图可知 $t=2\,\mathrm{s}$ 时质点处于正向位移最大处，则所受的回复力最大，故 B 错误；

C．根据题图可知 $t=3\,\mathrm{s}$ 时质点向平衡位置运动，故 C 正确；

D．根据题图可知 $t=4\,\mathrm{s}$ 时质点处于平衡位置，速度最大，故 D 错误。

故选 AC。

10. 下列图像中，p 表示气体的压强，V 表示气体的体积。对一定质量的理想气体，其中状态 a 的温度大于状态 b 的是（BCD）



A．根据题图可知状态 a 的压强等于状态 b 的压强，状态 a 的体积小于状态 b 的体积，根据 $\frac{pV}{T}=C$ 可知状态 a 的温度小于状态 b 的温度，故 A 错误；

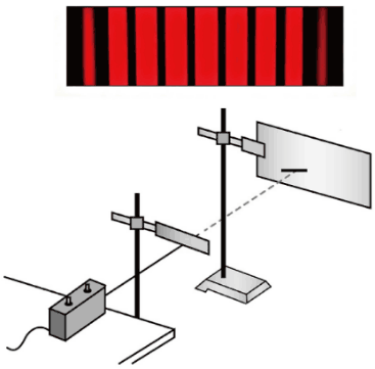
B．根据题图可知状态 a 的压强大于状态 b 的压强，状态 a 的体积等于状态 b 的体积，根据 $\frac{pV}{T}=C$ 可知状态 a 的温度大于状态 b 的温度，故 B 正确；

C．根据 $\frac{pV}{T}=C$ 可得 $p=CT\cdot\frac{1}{V}$，根据题图可知状态 a 与原点的连线斜率大于状态 b 与原点的连线斜率，则状态 a 的温度大于状态 b 的温度，故 C 正确；

D．根据 $\frac{pV}{T}=C$ 可得 $p=CT\cdot\frac{1}{V}$，根据题图可知状态 a 与原点的连线斜率大于状态 b 与原点的连线斜率，则状态 a 的温度大于状态 b 的温度，故 D 正确。

故选 BCD。

11. 如图，在双缝干涉实验中，用某一单色光照射双缝，在光屏上观察到干涉条纹，下列说法正确的是（BD）



A. 若增大光屏与双缝间的距离，则相邻亮条纹中心的间距变小

B. 若增大光屏与双缝间的距离，则相邻亮条纹中心的间距变大

C. 若用波长更长的单色光照射，则相邻亮条纹中心的间距变小

D. 若用波长更长的单色光照射，则相邻亮条纹中心的间距变大

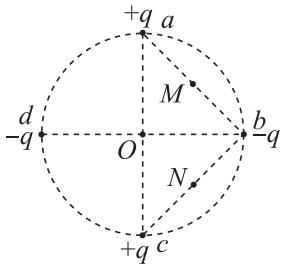
根据 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$ 分析（其中 L 是光屏与双缝间的距离，d 是双缝间的距离）。

A、B．根据 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$ 可知若增大光屏与双缝间的距离，则相邻亮条纹中心的间距变大，故 A 错误，B 正确；

C、D．根据 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$ 可知若用波长更长的单色光照射，则相邻亮条纹中心的间距变大，故 C 错误，D 正确。

故选 BD。

12. 如图，a、b、c、d 是圆心为 O 的圆周的四等分点，M、N 分别为 ab、bc 的中点。在 a、c 分别固定一正点电荷 $+q$，在 b、d 分别固定一负点电荷 $-q$，则 (AD)



A. O 点的电场强度为 0

B. O 点与 M 点的电场强度大小相等

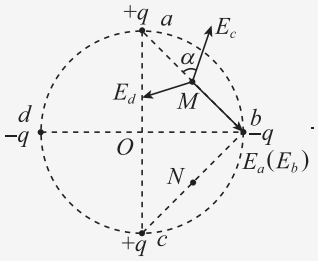
C. O 点的电势比 M 点的低

D. M、N 两点的电势相等

A．根据题意，由点电荷场强公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$，由对称性可知，a、c 固定的点电荷在 O 点产生的电场等大反向，b、d 固定的点电荷在 O 点产生的电场等大反向，则 O 点的电场强度为 0，故 A 正确；

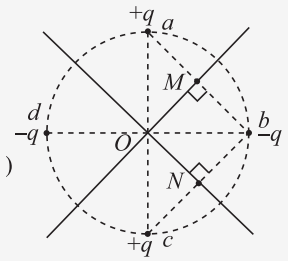
B．根据题意，由点电荷场强公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 可知，各点电荷在 M 点产生的电场，如图

所示。



由几何关系可得，M 点的电场强度大小为 $E_M = E_a + E_b - 2E_c\cos\alpha > 0$，则 O 点与 M 点的电场强度大小不相等，故 B 错误；

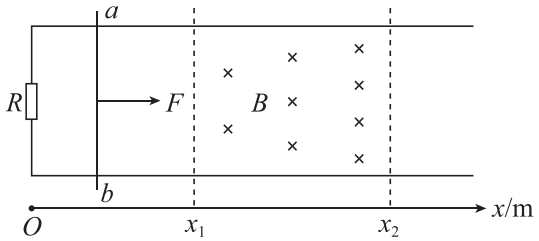
C、D．根据题意，如图所示。



由几何关系可知，过 OM 的直线是 a、b 固定的等量异种点电荷的中垂线，也是 c、d 固定的等量异种点电荷的中垂线，则 OM 是一条等势线；同理，过 ON 的直线是 c、b 固定的等量异种点电荷的中垂线，也是 a、d 固定的等量异种点电荷的中垂线，则 ON 是一条等势线，则 O、M、N 三点的电势相等，故 C 错误，D 正确。

故选 AD。

13. 如图，两根平行光滑金属导轨固定在同一水平面内，左端接一定值电阻 R。Ox 轴平行于金属导轨，在 $1\,\mathrm{m} \le x \le 2\,\mathrm{m}$ 的空间区域内存在垂直纸面向里的磁场，磁感应强度的大小 B 随坐标 x 的分布规律为 $B = 0.2x(\mathrm{T})$。金属细棒 ab 在水平向右的外力 F 作用下平行于导轨运动，运动过程中始终与导轨垂直并接触良好。已知导轨间距为 $1\,\mathrm{m}$，电阻 R 的阻值为 $0.5\,\Omega$，金属棒从 $x_1 = 1\,\mathrm{m}$ 运动到 $x_2 = 2\,\mathrm{m}$ 的过程中，电阻 R 的电功率保持不变，产生的焦耳热为 $0.6\,\mathrm{J}$。不计导轨和金属棒的电阻，则金属棒 (BC)



A. 从 x_1 到 x_2 的过程做匀减速直线运动

B. 从 x_1 到 x_2 的过程受到的外力 F 逐渐增大

C. 经过 x_1 处时的速度大小为 5 m/s

D. 从 x_1 到 x_2 的过程所用的时间为 0.2 s

A．动生电动势 $E=BLv=0.2xv$ V，电阻 R 的电功率保持不变，由 $P=\frac{E^2}{R}$ 可知感应电动势 E 恒定，则速度 v 与位移 x 成反比，不是匀减速直线运动，故 A 错误；

C、D．电流恒定则 $xv=k$ 为定值，取过程中极小段时间 Δt，则有 $\Delta t=\frac{\Delta x}{v}=\frac{x\Delta x}{k}$，则有 $\sum\Delta t=\frac{1}{k}\sum x\Delta x$，由数学知识知 $\sum x\Delta x=(x_1+x_2)(x_2-x_1)\times\frac{1}{2}$，整理可得 $t=\frac{3}{2xv}$ s；

已知总焦耳热 $Q=I^2Rt=\frac{0.2^2x^2v^2}{R}t=0.6$ J，整理可得 $xv=5\,\mathrm{m^2/s}$，$t=0.3$ s；

代入 $x_1=1$ m，可得 $v_1=5$ m/s，故 C 正确，D 错误；

B．由于 $xv=k$ 为定值，由数学知识 $(xv)'=x'v+v'x=0\Rightarrow v^2+ax=0$，由于位移增大而速度减小，加速度大小减小；

安培力 $F_{安}=BIL=\frac{BLE}{R}=0.4x$ N，导轨光滑，由牛顿第二定律 $F-F_{安}=ma$，由于加速度为负且大小减小，可推出受到的外力 F 逐渐增大，故 B 正确。

故选 BC。

14. 某同学用油膜法估测油酸分子的大小，实验器材有：油酸、酒精、注射器、烧杯、量筒、浅盘、痱子粉、带有坐标方格的玻璃板、记号笔等。实验步骤如下：

Ⅰ．配制油酸酒精溶液；

Ⅱ．用注射器吸取配制好的油酸酒精溶液，测量 1 mL 油酸酒精溶液的总滴数；

Ⅲ．在浅盘里盛上水，将痱子粉均匀地撒在水面上；

Ⅳ．用注射器向水面上滴 1 滴油酸酒精溶液，待油膜形状稳定后，将玻璃板盖在浅盘上，在玻璃板上描下油膜轮廓。

回答下列问题：

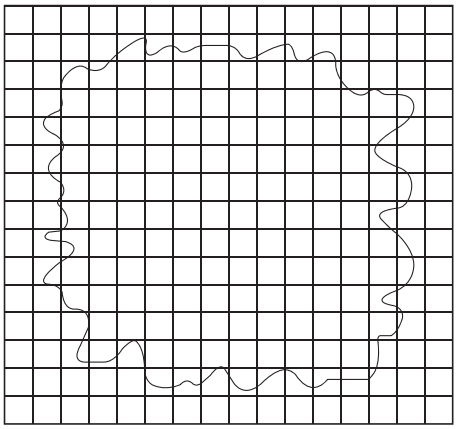
(1) 本实验将油酸分子简化为球形，并认为形成油膜的油酸分子是 单（选填“单”或“多”）层紧密排布的。

(2) 实验中痱子粉的作用是 B（单选，填正确选项的标号）

A. 促进油酸溶解　　B. 使油膜轮廓清晰可见　　C. 增大油膜的面积

(3) 实验中，每 500 mL 油酸酒精溶液中有纯油酸 1 mL，每 1 mL 这样的溶液有 200 滴，把 1 滴这样的溶液滴入盛水的浅盘中，油膜形状稳定后轮廓如图所示，图中一个小方格的面积为 $1\,\mathrm{cm^2}$。该同学数得图中轮廓内完整的小方格有 106 个，超过半格但不足整格的有 24 个，则该同学测得的油膜面积为 130 $\mathrm{cm^2}$。根据实验数据，该同学测得油酸分子的直径为 8×10^{-10} m（保留 1 位有效数字）。

(4) 若油酸未完全散开就描绘油膜轮廓，导致测得的油膜面积比实际小，则测得的油酸分子直径 偏大（选填“偏大”或“偏小”）。



(1) 单　(2) B　(3) 130，8×10^{-10}　(4) 偏大

（1）油膜法估测分子大小的核心模型是假设油酸在水面上充分展开后，形成单层的油酸分子油膜，通过油膜厚度等效为油酸分子的直径。

（2）痱子粉本身不与油酸反应，会漂浮在水面上，油酸扩散时会将痱子粉向四周推开，从而清晰显现出油膜的边界轮廓。油酸本身不溶于水，痱子粉无法促进溶解、也不能改变油膜的实际面积。

故选 B。

（3）油膜面积的计数规则是：完整方格全算，超过半格的按 1 格计、不足半格的舍去，因此总方格数为 $106+24=130$，对应面积 $S=130\times1\,\mathrm{cm}^2=130\,\mathrm{cm}^2$。

1 滴溶液中纯油酸的体积：$V=\frac{1\,\mathrm{mL}}{500}\times\frac{1}{200}=1\times10^{-5}\,\mathrm{mL}=1\times10^{-11}\,\mathrm{m}^3$。

分子直径 $d=\frac{V}{S}=\frac{1\times10^{-11}}{1.3\times10^{-2}}\,\mathrm{m}\approx8\times10^{-10}\,\mathrm{m}$。

（4）分子直径计算公式为 $d=\frac{V}{S}$，若油膜未完全散开，测得的面积 S 偏小，计算得到的直径 d 会偏大。

15. 某实验小组测量一合金金属丝的电阻率，实验器材有：电源（电动势 $E=3\,\mathrm{V}$，内阻 r 约为 $0.5\,\Omega$），电压表（量程 $0\sim3\,\mathrm{V}$，内阻约为 $3\,\mathrm{k}\Omega$），电流表（量程 $0\sim0.6\,\mathrm{A}$，内阻约为 $0.5\,\Omega$），滑动变阻器 R（最大阻值为 $20\,\Omega$），待测金属丝 R_x，刻度尺，螺旋测微器，开关 S，导线若干，实验电路如图 a 所示。

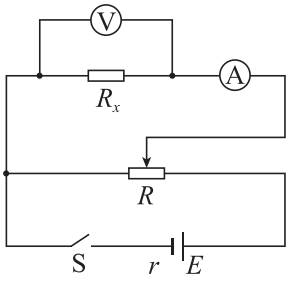


图 a

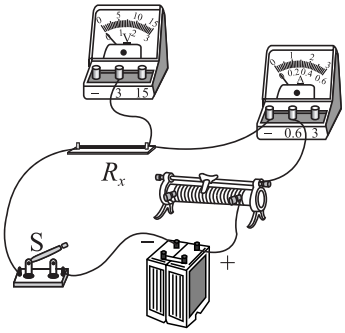


图 b

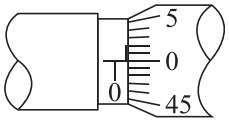


图 c

回答下列问题：

(1) 按实验电路图 a 将图 b 的实物电路连接完整。

(2) 用刻度尺测得接入电路的金属丝的有效长度 $L = 62.50\,\text{cm}$，用螺旋测微器测量金属丝不同位置的直径，某次测量的示数如图 c 所示，该读数 $d =$ 0.500 mm，三次测量后得到的平均值恰好与 d 相等。

(3) 闭合开关 S，改变滑动变阻器 R 滑片的位置，测得多组电压 U 和电流 I 的值如下表所示，根据表中的数据在图 d 的坐标纸上补齐数据点，并作出 $U - I$ 图线。

U/V	0.99	1.26	1.51	1.74	1.99	2.25
I/A	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450

(4) 由 $U - I$ 图像可求出所测金属丝的电阻 $R_x =$ 5.0 Ω，电阻率 $\rho =$ 1.6×10^{-6} Ω·m（结果均保留 2 位有效数字）。

(5) 如果某同学在连接实物电路时误接成如图 e 所示的电路。结合（4）中求得的金属丝 R_x 阻值，若取电源内阻为 0.5 Ω，电流表内阻为 0.5 Ω，当滑动变阻器 R 滑片滑到某一位置时，金属丝发热功率最小，该最小功率为 0.37 W（结果保留 2 位有效数字）。

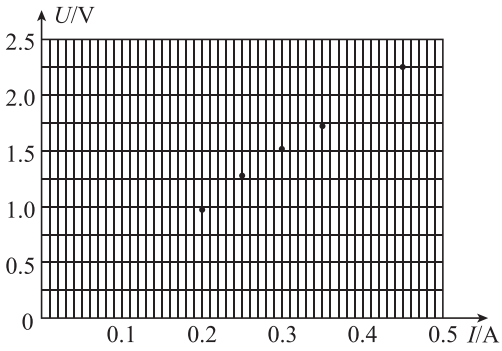


图 d

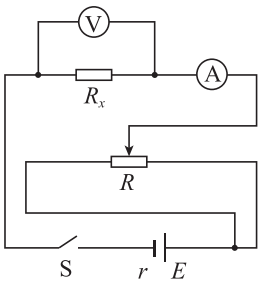
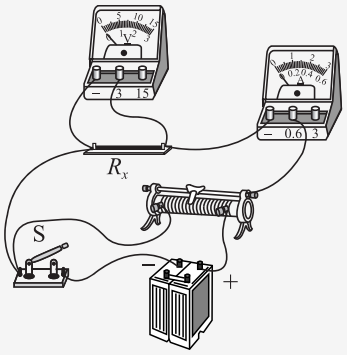


图 e

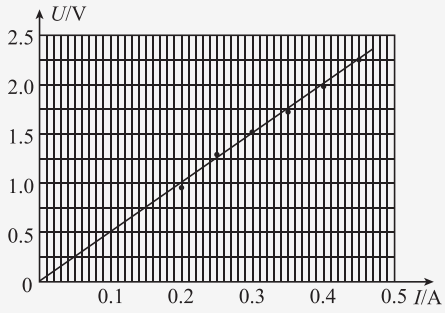
(1) （如图） (2) 0.500 (3) （如图） (4) 5.0，1.6×10^{-6} (5) 0.37

（1）根据电路图可得实物连接图如图所示。



（2）螺旋测微器的读数为 $d = 0.5\,\text{mm} + 0.0 \times 0.01\,\text{mm} = 0.500\,\text{mm}$。

（3）根据描点法可得 $U - I$ 图线如图所示。



（4）根据 $U - I$ 图像可求出所测金属丝的电阻 $R_x = \frac{\Delta U}{\Delta I} \approx 5.0\,\Omega$。

根据电阻定律 $R_x = \rho\frac{L}{S}$，其中 $S = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$，代入数据可得 $\rho \approx 1.6 \times 10^{-6}\,\Omega \cdot \text{m}$。

（5）根据题图可知图（e）电路中，滑动变阻器的滑片将自身分为两部分，并联后再与 R_x、电流表串联，设滑动变阻器一部分阻值为 R_p，另一部分阻值为 $R - R_p$，并联后等效阻值为 $\frac{(R-R_p)R_p}{(R-R_p)+R_p}$，由数学知识可知当 $R - R_p = R_p$ 时，等效阻值最大，此时等效阻值为 $5\,\Omega$，电路中总电阻最大，流过 R_x 的电流最小为 $I_{\min} = \frac{3}{5+5+0.5+0.5}\,\text{A}$。

金属丝发热功率最小为 $P_{\min} = I_{\min}^2 R_x$，代入数据可得 $P_{\min} \approx 0.37\,\text{W}$。

16. 如图，一质量为 $3\,\text{kg}$ 的椰子从树上距水平地面 $5\,\text{m}$ 高处由静止开始下落，与地面碰撞后静止。不计空气阻力，取重力加速度 $g = 10\,\text{m/s}^2$。

(1) 求椰子下落至地面所需要的时间；

(2) 求椰子与地面碰撞前瞬间速度的大小；

(3) 若碰撞时间为 $0.01\,\text{s}$，碰撞过程中不计重力，求碰撞过程地面对椰子平均作用力的大小。



(1) 1 s (2) 10 m/s (3) 3000 N

（1）椰子由静止开始自由下落，位移满足自由落体位移公式 $h=\frac{1}{2}gt^2$，整理得 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\times5}{10}}\,\mathrm{s}=1\,\mathrm{s}$。

（2）根据自由落体速度公式 $v=gt$，代入 $t=1\,\mathrm{s}$，得 $v=10\,\mathrm{m/s}$。

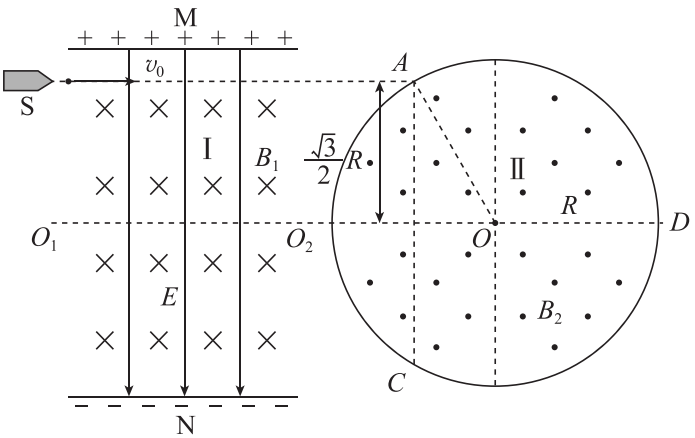
（3）取竖直向上为正方向，根据动量定理 $F\Delta t=0-(-mv)$，整理得 $F=3000\,\mathrm{N}$。

17. 如图，平行金属板 M、N 水平放置，O_1O_2 是两板间的中心线，板间的矩形区域 I 中存在竖直向下的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场。金属板右侧有一圆心为 O、半径为 R 的圆形区域 II，O 在 O_1O_2 的延长线上，区域 II 内有垂直纸面向外的匀强磁场。金属板左侧有粒子发射器 S 位于 O_1O_2 上方 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处。发射器以初速度 v_0 水平向右射出带正电的粒子，粒子在区域 I 恰好做匀速直线运动，从 A 点射入区域 II 后从 C 点射出。已知 A、C 两点关于 O_1O_2 对称，金属板间电场强度为 E，粒子质量为 m、电荷量为 q，不计粒子重力。

(1) 求区域 I 中磁场磁感应强度的大小；

(2) 求区域 II 中磁场磁感应强度的大小和粒子在区域 II 中的运动时间；

(3) 调整区域 II 中磁场磁感应强度的大小后，从 A 点入射的粒子能从区域 II 与圆心 O 等高的 D 点射出，求调整后区域 II 中磁感应强度的大小。



(1) $B_1 = \frac{E}{v_0}$　(2) $B_2 = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qR}$；$t = \frac{\sqrt{3}\pi R}{2v_0}$　(3) $B_2' = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3qR}$

（1）粒子在区域 I 做匀速直线运动，竖直方向受力平衡：电场力与洛伦兹力大小相等。带正电粒子受竖直向下的电场力 qE，由左手定则，垂直纸面向里的磁场对水平向右运动的粒子的洛伦兹力竖直向上，平衡条件为 $qE = qv_0B_1$，整理得区域 I 磁感应强度 $B_1 = \frac{E}{v_0}$。

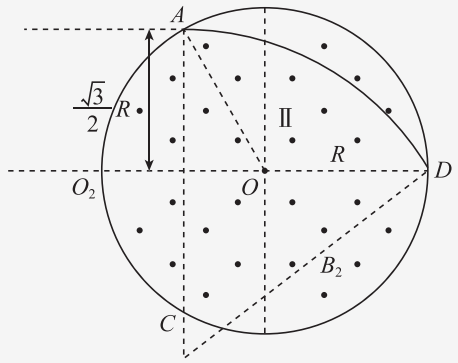
（2）入射点 A 到中心线 O_1O_2 的竖直距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$，圆形区域 II 的圆心 O 在中心线上，因此 OA 与水平中心线的夹角满足 $\sin\theta = \frac{\frac{\sqrt{3}R}{2}}{R} = \frac{\sqrt{3}}{2}$，即 $\theta = 60°$。

由于 A、C 关于 O_1O_2 对称，粒子在区域 II 中轨迹对应的圆心角为 $180°$，由几何关系可得粒子做圆周运动的轨道半径 $r_1 = R\sin 60° = \frac{\sqrt{3}R}{2}$。

洛伦兹力提供向心力：$qv_0B_2 = m\frac{v_0^2}{r_1}$，得 $B_2 = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qR}$。

粒子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB_2}$，轨迹圆心角为 π，因此运动时间 $t = \frac{1}{2}T = \frac{\sqrt{3}\pi R}{2v_0}$。

（3）调整后粒子从 A 点水平向右入射，从与 O 等高的 D 点射出区域 II，由几何关系 $\left(r_2 - \frac{\sqrt{3}}{2}R\right)^2 + \left(R + \frac{\sqrt{3}}{2}R\tan 30°\right)^2 = r_2^2$，得轨道半径 $r_2 = \sqrt{3}R$。



代入洛伦兹向心力公式 $qv_0B_2' = m\frac{v_0^2}{r_2}$，得 $B_2' = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3qR}$。

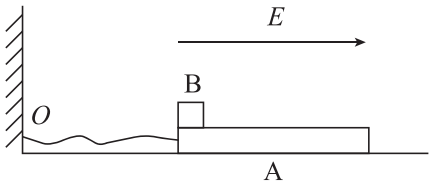
18. 如图，轻质弹性绳左端固定于 O 点，右端与一置于水平地面上的木板 A 相连。连接点与 O 点等高。A 上左端有一带电物体 B，空间存在水平向右、场强大小为 $5\times10^4\,\mathrm{V/m}$ 的匀强电场 E，已知地面光滑，A、B 之间的动摩擦因数为 0.75。弹性绳原长为 0.5 m。弹力大小与伸长量满足胡克定律。劲度系数为 12.5 N/m。A 和 B 的质量均为 1 kg，A 不带电，B 的电荷量为 $+2\times10^{-4}\,\mathrm{C}$。$t = 0$ 时，A 的左端到 O 的水平距离为 0.4 m。A 和 B 由静止开始释放。设木板 A 足够长，A、B 之间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力。运动过程中 B 的电荷量保持不变，取重力加速度 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 求 $t = 0$ 时 A 和 B 的共同加速度大小；

(2) 求 B 与 A 开始发生相对滑动时 B 的速度大小；

(3) 当 B 的速度为 3 m/s 时剪断绳右端，又经 0.4 s 后 A 和 B 速度相等，求从 $t = 0$

开始 A、B 之间因摩擦产生的热量。



(1) $5\,\mathrm{m/s^2}$ (2) $2\,\mathrm{m/s}$ (3) $9-\frac{3\sqrt{7}}{2}\,\mathrm{J}$

（1）B 受到的电场力：$F_{电}=qE=10\,\mathrm{N}$。

对 A、B 整体由牛顿第二定律：$F_{电}=2ma$，解得 $a=5\,\mathrm{m/s^2}$。

（2）A、B 刚好发生相对滑动时，对 B 有 $qE-\mu mg=ma_0$，得此时共同临界加速度 $a_0=2.5\,\mathrm{m/s^2}$；设此时弹性绳的伸长量为 x，对 A 有 $\mu mg-kx=ma_0$，解得 $x=0.4\,\mathrm{m}$。

对应 B 向右的位移 $s=L_0-0.4\,\mathrm{m}+x=0.5\,\mathrm{m}$，此过程中由动能定理 $F_{电}s-\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}(m+m)v^2$，代入数据解得 $v=2\,\mathrm{m/s}$。

（3）发生相对滑动后，B 的加速度 $a_{\mathrm{B}}=\frac{F_{电}-\mu m_{\mathrm{B}}g}{m_{\mathrm{B}}}=2.5\,\mathrm{m/s^2}$。

剪断绳后，A 的加速度 $a_A=\mu g=7.5\,\mathrm{m/s^2}$；经 $t_0=0.4\,\mathrm{s}$ 共速，共速速度 $v_{共}=v_{\mathrm{B}}+a_{\mathrm{B}}t_0=4\,\mathrm{m/s}$，则剪断绳时 A 的速度 $v_A=v_{共}-a_At_0=1\,\mathrm{m/s}$。

由刚好发生相对滑动到 B 的速度达到 $v_{\mathrm{B}}=3\,\mathrm{m/s}$ 过程：此过程 B 的位移 $x_{\mathrm{B1}}=\frac{v_{\mathrm{B}}^2-v^2}{2a_{\mathrm{B}}}=1\,\mathrm{m}$。

对 A，根据动能定理 $\mu mgx_{\mathrm{A1}}-\left[\frac{1}{2}k\left(x_{\mathrm{A1}}+x\right)^2-\frac{1}{2}kx^2\right]=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{A}}^2-\frac{1}{2}mv^2$，解得 A 的位移 $x_{\mathrm{A1}}=\frac{1+\sqrt{7}}{5}\,\mathrm{m}$。

相对位移 $\Delta x_1=x_{\mathrm{B1}}-x_{\mathrm{A1}}=\frac{4-\sqrt{7}}{5}\,\mathrm{m}$；由剪断绳到共速过程相对位移 $\Delta x_2=x_{\mathrm{B2}}-x_{\mathrm{A2}}=\frac{v_{\mathrm{B}}+v_{共}}{2}t_0-\frac{v_A+v_{共}}{2}t_0=0.4\,\mathrm{m}$。

从 $t=0$ 开始 A、B 之间因摩擦产生的热量 $Q=\mu mg(\Delta x_1+\Delta x_2)=9-\frac{3\sqrt{7}}{2}\,\mathrm{J}$。